

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ФИЗИКЕ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 7 КЛАСС

Задача 1

В ящик с жесткими стенками, имеющий форму куба объемом 1 м^3 и массой 300 кг, насыпали стальные шары диаметром 20 мм плотностью 7800 кг/м^3 . Затем ящик потрясли и добавили в него столько шаров, что больше уже не получается засунуть ни одного шара (то есть получилась максимально плотная упаковка шаров в ящике). Суммарная масса шаров и ящика получилась равной 6072 кг. Далее в этот же ящик с шарами досыпали еще мелких шариков диаметром 1 мм, сделанных из того же материала, и снова «утрясли» ящик до максимально возможного заполнения, досыпая при необходимости мелкие шарики. Оцените, какой после этого стала суммарная масса ящика с шарами и с шариками.

Возможное решение

Масса насыпанных в ящик крупных шаров равна 5772 кг, а занимаемый ими объем равен $(5772 \text{ кг}) / (7800 \text{ кг/м}^3) = 0,74 \text{ м}^3$. Следовательно, после заполнения ящика крупными шарами металл занимает только 740 литров из 1000. Оставшаяся часть объема ящика (260 литров) заполнена воздухом.

Так как диаметр маленького шарика в 20 раз меньше диаметра большого шара, то можно считать, что маленькие шарики засыпаются в пустой ящик объемом 260 литров. После засыпания в ящик мелких шариков, аналогично предыдущему случаю, 74% от 260 литров окажутся заполненными металлом. То есть суммарная масса ящика с шарами и с шариками будет равна $(6072 \text{ кг}) + 0,74 \cdot (0,26 \text{ м}^3) \cdot (7800 \text{ кг/м}^3) \approx 7572 \text{ кг}$.

Критерии оценивания

Найдена масса насыпанных в ящик крупных шаров..... **2 балла**
Найден объем, занимаемый металлом (740 л) или воздухом (260 л) **3 балла**
После досыпания в ящик мелких шариков они займут 74% от объема оставшегося в ящике воздуха..... **3 балла**
Получен правильный ответ **2 балла**
Максимум за задачу 10 баллов.

Задача 2

Машина поехала из деревни в город со скоростью $v_1 = 60$ км/ч. Начался сильный снегопад, и водитель снизил скорость до $v_2 = 40$ км/ч. Когда снегопад кончился, машина вновь поехала со скоростью v_1 . В результате, в город она приехала на 20 минут позже запланированного. Сколько времени шёл снегопад? Какое расстояние от деревни до города, если машина ехала в течение $\tau = 2$ часов?

Возможное решение

Пусть s – путь, который проехал автомобиль, двигаясь со скоростью v_2 . Тогда:

$$\frac{s}{v_2} - \frac{s}{v_1} = 20 \text{ мин} = \frac{1}{3} \text{ ч} \Rightarrow s = 40 \text{ км.}$$

Значит, снегопад шёл в течение времени: $\frac{s}{v_2} = 1$ ч. Расстояние от деревни до города:

$$L = s + v_1 \left(\tau - \frac{s}{v_2} \right) = 100 \text{ км,}$$

где τ – всё время движения автомобиля (2 часа).

Критерии оценивания

Перевод единиц измерения в нужные размерности	1 балл
Найден путь s	3 балла
Найдено время, в течение которого шел снегопад	3 балла
Найдено расстояние L от деревни до города	3 балла
Максимум за задачу 10 баллов.	

Задача 3

Рабочий катит тачку на колесике со скоростью $v = 4$ км/ч по дороге, вымощенной квадратными плитами в направлении, перпендикулярном стыкам между плитами. При этом примерно 20 раз в минуту слышится стук. Определите длину стороны дорожной плиты.

Возможное решение

Если за минуту рабочий слышит примерно 20 «туков», тогда за час он услышит в 60 раз больше. При этом за 1 час он проходит 4 км, значит, длина ребра дорожной плиты равна: $\frac{4000}{1200} \cong 3,3$ м.

Критерии оценивания

- Определено количество ударов за час
или время движения по одной плите..... **4 балла**
Определено расстояние, пройденное рабочим за час,
и длина одной плиты..... **4 балла**
Получено правильное численное значение длины **2 балла**
Максимум за задачу 10 баллов.

Задача 4

В большой бутылки, имеющей объём 20 л, осталось 3 мл воды и воздух, первоначальная плотность которого равна $1,2 \text{ кг/м}^3$. Бутылку плотно закрыли пробкой. Через некоторое время вся вода испарилась. Определите плотность газа, получившегося в бутылки, если температура её содержимого почти не менялась. Плотность воды 1 г/см^3 .

Возможное решение

Масса воды в бутылки 3 г, а масса воздуха в ней приблизительно равна $1,2 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 24 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 24 \text{ г}$. Тогда плотность получившегося в бутылки газа равна:

$$\rho = \frac{3+24}{20} = 1,35 \text{ г/л} = 1,35 \text{ кг/м}^3.$$

Критерии оценивания

- Найдена масса воздуха в бутылки **3 балла**
Найдена масса воды в бутылки **1 балл**
Записана формула для расчёта плотности смеси **4 балла**
Получено численное значение плотности содержимого **2 балла**
Максимум за задачу 10 баллов.

Всего за работу 40 баллов.